

Docket No.: WMP-IFT-928

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : BERNHARD STRZALKOWSKI  
Filed : CONCURRENTLY HEREWITH  
Title : DIGITAL SIGNAL TRANSFER METHOD

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 102 43 197.3, filed September 18, 2002.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

  
For Applicant

LAURENCE A. GREENBERG  
REG. NO. 29,308

Date: September 18, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/kf



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 43 197.3

**Anmeldetag:** 18. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, München/DE

**Bezeichnung:** Digitales Signalübertragungsverfahren

**IPC:** H 04 L 25/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. August 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

## Beschreibung

### Digitales Signalübertragungsverfahren

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein digitales Signalübertragungsverfahren, insbesondere zur Übertragung eines digitalen Signals über eine Potentialbarriere.

Die Übertragung digitaler Steuersignale und Datensignale über  
10 eine Potentialbarriere ist in elektrischen Anlagen vielfach erforderlich, um unterschiedliche Schaltkreise, beispielsweise einen ein Steuersignal erzeugenden Schaltkreis und einen das Steuersignal verarbeitenden Schaltkreis, elektrisch voneinander zu trennen. Um die Anzahl der Kopplungsstellen zwischen solchen elektrisch zu trennenden Schaltkreisen und Datenleitungen zu reduzieren werden vielfach serielle Übertragungsverfahren verwendet. So kommunizieren beispielsweise  
15 Mikrokontroller ( $\mu C$ ) über Schnittstellen des Typs RS-485 oder über SPI-Schnittstellen (SPI = Serial Parallel Interface) mit anzusteuernenden Schaltungskomponenten. Wünschenswert ist hierbei eine Datenübertragung mit einer hohen Übertragungsrate und eine potentialmäßige Trennung zwischen dem Mikrokontroller und den anzusteuernenden Schaltkreisen. Außerdem muss das Übertragungsverfahren eine hohe Unempfindlichkeit gegenüber  
20 Störungen aufweisen.  
5

Zur Datenübertragung unter elektrischer Trennung einer Senderschaltung und einer Empfängerschaltung ist es bekannt, Transformatoren, insbesondere planare auf einem IC integrierte Transformatoren, wie sie beispielsweise in der 101 00 282  
30 A1 beschrieben sind, als Datenkoppler zu verwenden. Für die Übertragung von Signalen über solche Transformatoren ist es erforderlich, die Signale in für die Übertragung geeignete Impulsfolgen umzusetzen, wobei es beispielsweise bekannt ist,  
35 aus einem zweiwertigen Steuersignal periodische Impulsfolgen zu erzeugen und zu übertragen, wie dies beispielsweise in den

US-Patentschriften 4,027,152, US 4,748,419, US 5,952,849 und US 6,262,600 beschrieben ist.

Planare in einer integrierten Schaltung integrierte Transformatoren, die auch als Coreless Transformer bezeichnet werden, sind in der Lage Daten mit einer Geschwindigkeit von bis zu ein 1 Gbaud zu übertragen, wobei nicht nur die hohe Datenübertragungsgeschwindigkeit sondern auch der niedrige Energieverbrauch bei einer guten Störsicherheit solche Transformatoren als Kopplungsbausteine in Datenübertragungsstrecken attraktiv machen.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein schnelles und sicheres Datenübertragungsverfahren, insbesondere ein für die Datenübertragung über integrierte Transformatoren als Kopplungsbausteine geeignetes Übertragungsverfahren, zur Verfügung zu stellen.

Dieses Ziel wird durch ein Datenübertragungsverfahren gemäß der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen digitalen Signalübertragungsverfahren ist vorgesehen, einen ersten und zweiten Übertragungskanal bereit zu stellen, wobei der erste Übertragungskanal als „Ankündigungskanal“ für eine Datenübertragung und der zweite Übertragungskanal als eigentlicher Datenkanal dient. Zur Übertragung eines Datensignals wird zunächst ein wenigstens einen Impuls umfassendes Ankündigungssignal über den ersten Übertragungskanal übertragen, wobei das Datensignal anschließend innerhalb eines Datensignal-Zeitfensters einer vorgegebenen Zeitdauer nach dem Ankündigungssignal über den zweiten Übertragungskanal übertragen wird.

35

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden das Ankündigungssignal und das Datensignal zeitlich versetzt über voneinander

getrennte Übertragungskanäle übertragen, wodurch eine sehr hohe Störsicherheit gewährleistet ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein auf dem Datenkanal auftretendes Störsignal fälschlicherweise als Nutzsignal erkannt wird, ist bei dem

5 erfindungsgemäßen Verfahren gering, da empfängerseitig nur solche Signale akzeptiert werden, die innerhalb des Datensignal-Zeitfensters nach dem Ankündigungssignal empfangen werden.

10 Vorzugsweise umfassen die Übertragungskanäle jeweils ein magnetisches Kopplungselement, insbesondere einen in einer integrierten Schaltung integrierten Transformator. Die Verwendung zweier Übertragungskanäle, wobei Ankündigungssignale auf dem ersten Übertragungskanal und Datensignal auf dem zweiten

15 Übertragungskanal zeitlich versetzt zueinander übertragen werden, reduziert bei der Verwendung von Transformatoren als Kopplungselemente die Störsicherheit auch deshalb, da elektromagnetische Störungen in den beiden Transformatoren im Gleichtakt auftreten, d.h. es werden Signale durch die Störungen hervorgerufen, die gleichzeitig auftreten und die sich

20 im Signalverlauf gleichen. Solche Störsignale sind in einer Empfängerschaltung einfach zu detektieren und entsprechend einfach vom Nutzsignal zu trennen.

25 Vorzugsweise beginnt das Datensignal-Zeitfenster, innerhalb dessen Datensignale übertragen werden, nach einer Zeitdauer, die größer als Null ist, nach dem Ankündigungssignal. Das Ankündigungssignal umfasst beispielsweise nur lediglich einen Impuls, wobei das Datensignal-Zeitfenster erst nach Ende dieses Ankündigungsimpulses beginnt.

30

Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist ein weiterer Übertragungskanal vorgesehen, über den Steuerinformationen übertragen werden, wobei solche Steuerinformationen beispielsweise ein Paritätsprüfsignal (Parity Check Signal) oder ein Übertragungsprüfsignal (Transfer Check Signal) umfasst. Vorzugsweise wird das Datensignal innerhalb der jeweiligen Da-

35

tensignal-Zeitfenster zur Erhöhung der Redundanz und damit zur weiteren Erhöhung der Störsicherheit kodiert übertragen, wobei beliebige, die Redundanz erhöhende Kodierungsverfahren einsetzbar sind. Im einfachsten Fall wird ein Datenimpuls oder eine Datenimpulsfolge innerhalb des Datensignal-Zeitfensters wiederholt, das heißt mehrfach zeitlich aufeinanderfolgend übertragen.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich auch zur Übertragung eines zweiwertigen ersten oder zweiten Signalpegel aufweisenden Signals. Solche Signalverläufe, bei denen ein Signal über eine vergleichsweise lange Zeitdauer, die wesentlich größer ist als das Datensignal-Zeitfenster, einen ersten Signalpegel oder einen zweiten Signalpegel annimmt, ist typisch für Steuersignale, beispielsweise Ein- und Ausschalt-signale für Verbraucher, die in elektrischen Anlagen unter potentialmäßiger Trennung zu übertragen sind. Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Übertragung solcher Steuersignale ist vorgesehen, in regelmäßigen Zeitabständen Ankündigungsimpulse zu übertragen und während der den Ankündigungssignalen folgenden Datensignal-Zeitfenster jeweils Impulsfolgen zu übertragen, die den ersten oder zweiten Signalpegel repräsentieren. Im einfachsten Fall wird während des Datensignal-Zeitfensters ein Impuls übertragen, wenn das Steuersignal einen ersten Signalpegel annimmt, und kein Impuls übertragen, wenn das Steuersignal einen zweiten Signalpegel annimmt. Das in periodischen Zeitabständen wiederholte Übertragen von Impulsfolgen, die den Signalpegel des Steuersignal repräsentieren, trägt zur Erhöhung der Störsicherheit bei der Übertragung solcher Steuersignale bei, da selbst dann, wenn während eines Datensignal-Zeitfensters eine Störung auftritt, die die Datenübertragung unmöglich macht, das Datensignal während eines der nachfolgenden Datensignal-Zeitfenster übertragen wird, nachdem die Störung abgeklungen ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand von Figuren näher erläutert. In den Figuren zeigt

- 5    Figur 1    ein Blockschaltbild einer Datenübertragungsstrecke mit zwei Übertragungskanälen, die jeweils ein Koppelungselement zur potentialmäßigen Trennung einer Senderschaltung und eine Empfängerschaltung umfassen,
- 10    Figur 2    beispielhafte Signalverläufe von Signalen auf dem ersten und zweiten Übertragungskanal,
- 15    Figur 3    beispielhafte Signalverläufe von Signalen auf dem ersten und zweiten Übertragungskanal sowie zeitliche Verläufe ausgewählter interner Signale einer Senderschaltung und einer Empfängerschaltung bei einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Übertragungsverfahrens (Figur 3a) und beispielhafte
- 20    Signalverläufe von Signalen auf dem ersten und zweiten Übertragungskanal sowie auf einem dritten als Steuerinformationskanal dienenden Kanal bei einer Abwandlung des Verfahrens (Figur 3b),
- 25    Figur 4    ausgewählte Signalverläufe bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Übertragung eines zweiwertigen Steuersignals mit regelmäßigen Ankündigungsimpulsen,
- 30    Figur 5    ausgewählte Signalverläufe bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Übertragung eines zweiwertigen Steuersignals mit ereignisgesteuerten Ankündigungsimpulsen.
- 35    In den Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Schaltungskomponenten und Signale mit gleicher Bedeutung.

Figur 1 zeigt schematisch eine Datenübertragungsstrecke mit einer Senderschaltung 10, der ein Eingangssignal Sin zugeführt ist und eine Empfängerschaltung 20 die ein von dem Eingangssignal Sin abhängiges Ausgangssignal Sout bereitstellt. Die Datenübertragungsstrecke umfasst weiterhin einen ersten Übertragungskanal mit einem Kopplungselement TR1 und einen zweiten Übertragungskanal mit einem zweiten Kopplungselement TR2, wobei die Kopplungselemente TR1, TR2 vorzugsweise jeweils einen integrierten Transformator zur potentialmäßigen Trennung der Senderschaltung 10 und Empfängerschaltung 20 umfassen.

Der erste Übertragungskanal dient bei der dargestellten Übertragungsstrecke als Ankündigungskanal, über den ein Ankündigungssignal S1 übertragen wird, wenn eine Datenübertragung erfolgen soll. Der zweite Übertragungskanal dient als eigentlicher Datenkanal, über den das eigentliche die Nutzinformation enthaltende Datensignal an den Empfänger übertragen wird. Sowohl das Ankündigungssignal S1 als auch das Datensignal S2 sind einzelne Impulse oder Impulsfolgen, die durch die Senderschaltung 10 erzeugt werden, wobei die Dauer der einzelnen Impulse auf die Übertragungseigenschaften der Kopplungselemente TR1, TR2 abgestimmt ist, um diese Impulse bei störungsfreien Kanälen optimal zu übertragen. Wie hinlänglich bekannt ist, umfasst jeder der Transformatoren TR1, TR2 eine Primärspule, die durch die von der Senderschaltung 10 erzeugten Signal S1 bzw. S2 erregt werden, wobei wegen der magnetischen Kopplung von Primärspule und Sekundärspule aus den senderseitigen Impulsfolgen entsprechende empfängerseitige Impulsfolgen, die von der Empfängerschaltung 20 detektiert werden, resultieren.

Figur 2 zeigt grundsätzlich die Signalverläufe des Ankündigungssignals S1 und des Datensignals S2 bei dem erfindungsgemäßen Verfahren. Bei dem Verfahren ist vorgesehen, über den als Ankündigungskanal dienenden ersten Übertragungskanal ein



Ankündigungssignal S1 zu übertragen und jeweils innerhalb eines Zeitfensters einer vorgegebenen Zeitdauer nach einem Impuls oder einer Impulsfolge des Ankündigungssignal einem Impuls oder eine Impulsfolge des Datensignals zu übertragen.

- 5 Als Ankündigungssignal wird in dem Beispiel gemäß Figur 1 jeweils ein einzelner Ankündigungsimpuls über den Ankündigungs-  
kanal übertragen, wobei nach einer Zeitdauer  $t_d$  nach dem Be-  
ginn des Ankündigungsimpulses ein Zeitfenster einer Zeitdauer  
10  $t_f$  gestartet wird, innerhalb dessen das Datensignal, das in  
dem Beispiel gemäß Figur 2 pro Zeitfenster lediglich einen  
Datenimpuls umfasst, übertragen wird. Die Zeitdauer  $t_d$ , nach  
der das Datensignal-Zeitfenster beginnt, ist dabei größer als  
die Impulsdauer des Ankündigungsimpulses, so dass das Zeit-  
fenster erst nach Ende des Ankündigungsimpulses beginnt, wo-  
15 durch die Ankündigungsimpulse und die den Ankündigungsimpul-  
sen innerhalb der Zeitfenster folgenden Datenimpulse zeitlich  
versetzt zueinander übertragen werden, woraus die Störnun-  
empfindlichkeit des Verfahrens resultiert.
- 20 Die während des Datensignal-Zeitfensters übertragene Datenim-  
pulsfolge kann die zu übertragende Information auf nahezu be-  
liebige Weise enthalten. So kann beispielsweise während eines  
Datensignal-Zeitfensters lediglich ein Impuls übertragen wer-  
den, wobei die zu übertragene Information beispielsweise in  
der Zeitdauer enthalten ist, nur die dieser Impuls gegenüber  
dem Beginn des Datensignal-Zeitfensters zusätzlich verschoben  
ist. Weiterhin können während eines Datensignal-Zeitfensters  
mehrere, beispielsweise  $n$ , Impulse übertragen werden, die  
einzelne Bit eines zu übertragenden Datenwortes, beispiels-  
30 weise der Länge  $n$  Bit repräsentieren.

Die Synchronisation von Sender und Empfänger erfolgt bei dem  
erfindungsgemäßen Verfahren dadurch, dass empfängerseitig die  
Form des durch den Sender generierten Ankündigungssignals und  
35 die Zeitdauer des Datensignal-Zeitfensters sowie der zeitli-  
che Abstand zwischen dem Ankündigungssignal und dem Datensig-  
nal-Zeitfenster bekannt sind. Mit jedem Empfang eines Ankün-

digungssignals wird dadurch empfängerseitig abhängig von den bekannten Informationen über die Zeitdauer des Datensignal-Zeitfensters und dessen Abstand zu dem Ankündigungssignal ein Zeitfenster erzeugt, innerhalb dessen Impulse, die empfänger-  
5 seitig auf dem Datenkanal empfangen werden, als Datensignal akzeptiert werden.

Sofern ein Kodierer in der Senderschaltung 10 enthalten ist, der das innerhalb der Datensignal-Zeitfenster übertragene  
10 Signal kodiert, so ist in der Empfängerschaltung ein entsprechender Dekodierer enthalten, der aus den über den Datenkanal innerhalb der Datensignal-Zeitfenster empfangenen Signale das Ausgangssignal Sout bereitstellt.

15 Figur 3 veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem Ankündigungsimpulse des Ankündigungssignals S1 periodisch im Takt eines Taktsignals Ts mit einer Periodendauer  $t_c$  erzeugt werden. Im Takt dieses Taktsignals steht auch ein Eingangssignal Sin zur Verfügung,  
20 das in Figur 3 beispielhaft als zweiwertiges Signal dargestellt ist, dessen Pegel im Takt des Taktsignals Ts wechseln kann. Derartige Signale treten beispielsweise an Ausgängen von Schieberegistern auf. Die Information über den momentanen Pegel des Eingangssignals Sin wird in Datensignal-Zeitfenstern der Länge  $t_f$  übertragen, wobei diese Datensig-  
25 nal-Zeitfenster jeweils eine Zeitdauer  $t_d$  nach Beginn eines Ankündigungsimpulses beginnen. Die Umsetzung des Signalpegels des Eingangssignals Sin in die während des Datensignal-Zeitfensters übertragenen Impulse erfolgt dadurch, dass bei  
30 einem ersten Pegel, beispielsweise einem oberen Pegel, des Eingangssignal Sin in dem Datensignal-Zeitfenster zwei zeitlich aufeinander folgenden Impulse übertragen werden, während bei einem zweiten Pegel, beispielsweise einem unteren Pegel, des Eingangssignals Sin keine Impulse während des Zeitfens-  
35 ters erzeugt und übertragen wird. Die Übertragung von zwei aufeinander folgenden Impulsen dient der Redundanz und somit der Erhöhung der Störuneempfindlichkeit.

In der Empfängerschaltung 20 ist ein Schieberegister enthalten, wobei der Inhalt dieses Schieberegisters in Figur 3a ebenfalls dargestellt ist. In dieses Schieberegister wird jeweils dann eine logische Eins geschrieben, wenn während des Datensignal-Zeitfensters zwei Impulse detektiert werden. Bei dem vierten in Figur 3 dargestellten Datensignal-Zeitfenster liegt ein Übertragungsfehler vor, da lediglich ein Impuls anstelle von zwei Impulsen übertragen werden. Dieser eine Impuls ist nicht ausreichend, um eine logische Eins in das Schieberegister zu schreiben. Werden während eines Datensignal-Zeitfensters nach einem Ankündigungsimpuls keine Impulse übertragen, so wird eine logische Null in das Schieberegister geschrieben.

Bei dem Verfahren gemäß Figur 3a ist weiterhin vorgesehen, ein Paritätssignal-Ankündigungsimpuls über den Ankündigungs-kanal zu übertragen und das zugehörige Paritätssignal innerhalb eines Datensignal-Zeitfensters der Dauer  $t_f$  über den Datenkanal zu übertragen. Bei diesem Verfahren ist festgelegt, dass jeder  $n$ -te Impuls des Ankündigungssignals  $S_1$  ein Ankündigungsimpuls für ein Paritätssignal ist bzw. dass während jedes  $n$ -ten Datensignal-Zeitfensters ein Paritätssignal übertragen wird. Bei einer Datenübertragung von Datenwörtern der Länge 8 bit ist jeder neunte Ankündigungsimpuls ein Ankündigungsimpuls für ein Paritätssignal.

Bei dem in Figur 3a dargestellten Verfahren wird in dem Empfänger 20 nach einer Zeitdauer  $t_s$  nach dem Paritätssignal-Ankündigungsimpuls ein internes Übertragungssignal generiert, nach dessen Maßgabe das zuvor beschriebene Schieberegister zur Erzeugung des Ausgangssignals  $S_{out}$  ausgelesen wird, sofern die aufgrund des Paritätssignals vorgenommene Paritätsüberprüfung ein korrektes Ergebnis liefert.

Figur 3b zeigt eine Abwandlung des in Figur 3a dargestellten Verfahrens, wobei vorgesehen ist, über einen dritten Übertra-

gungskanal, der gestrichelt in Figur 1 eingezeichnet ist und der ebenfalls ein Kopplungselement, vorzugsweise ein magnetisches Kopplungselement, aufweist, jeweils am Ende der Übertragung eines Datenwortes einen Paritätssignal-

5 Ankündigungsimpuls und während eines Datensignal-Zeitfensters der Dauer  $t_f$  nach diesem Paritätssignal-Ankündigungsimpuls ein Paritätssignal über den Datenkanal zu übertragen.

Das Vorsehen eines separaten Kanals für den Paritätssignal-Ankündigungsimpuls verringert die Störanfälligkeit des Systems und macht das System darüber hinaus flexibler bezüglich  
10 der Übertragung von Datenworten unterschiedlicher Länge. So wird eine Paritätsprüfung erst dann durchgeführt, wenn ein Paritätssignal-Ankündigungsimpuls auf dem weiteren Kanal empfangen wird.

15

Bei dem Verfahren gemäß Figur 3b ist außerdem vorgesehen, über den weiteren Kanal einen Stoppimpuls zu übertragen, nach dessen Maßgabe das interne Übertragungssignal generiert wird, nach dessen Maßgabe wiederum das zuvor mit den Daten des Datenkanals beschriebene Schieberegister ausgelesen wird. Zur  
20 Erhöhung der Störsicherheit wird vorzugsweise simultan zu dem Stoppimpuls ein Impuls auf dem Ankündigungskanal übertragen, wobei nur dann ein internes Übertragungssignal zum Auslesen des Schieberegisters und zur Ausgabe des Ausgangssignals Sout am Ausgang des Empfängers 20 erzeugt wird, wenn in dem Empfänger der Stoppimpuls und der Impuls auf dem Ankündigungskanal empfangen werden.

Figur 4 veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Übertragung der in einem Steuersignal Sin enthaltenen Information, wobei das Steuersignal Sin ein zweiwertiges Signal ist, das einen oberen oder einen unteren Pegel annimmt, wobei der jeweilige Pegel für eine  
30 Zeitdauer anliegt, die üblicherweise wesentlich größer ist, als die Zeitdauer eines Datensignal-Zeitfensters. Zur Übertragung eines solchen Signals ist vorgesehen, über den Ankündigungskanal in regelmäßigen Zeitabständen Ankündigungsimpul-  
35

se zu übertragen und innerhalb von Datensignal-Zeitfenstern der Dauer  $t_f$ , die jeweils eine Zeitdauer  $t_d$  nach Beginn eines Ankündigungsimpulses beginnen, wenigstens einen Impuls zu übertragen, der Informationen bezüglich des momentanen Signalpegels des Steuersignals  $S_{in}$  enthält. In dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 wird innerhalb des Zeitfensters  $t_f$  ein Impuls übertragen, wenn das Eingangssignal  $S_{in}$  einen oberen Signalpegel annimmt, und es wird kein Impuls innerhalb des Datensignal-Zeitfensters übertragen, wenn das Eingangssignal  $S_{in}$  einen unteren Signalpegel annimmt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden damit in regelmäßigen Zeitabständen Impulse übertragen, die auf den momentanen Pegel des Eingangssignals  $S_{in}$  hinweisen. Hieraus resultiert eine hohe Unempfindlichkeit gegenüber Störungen, da selbst dann, wenn Störungen während einer oder mehrerer Datensignal-Zeitfenster auftreten, früher oder später ein korrekter Impuls übertragen wird.

In dem dargestellten Signalverlauf gemäß Figur 4 wechselt das Eingangssignal  $S_{in}$  zu einem Zeitpunkt  $t_1$  von einem unteren Pegel auf einen oberen Pegel. Die Information über diesen Pegelwechsel wird bei dem Verfahren zeitverzögert nach einer Zeitdauer  $t_{dp}$  übertragen, wobei diese Zeitdauer  $t_{dp}$  aus dem zeitlichen Abstand  $t_d$  zwischen dem Ankündigungsimpuls und dem Datensignal-Zeitfenster und aus dem zeitlichen Abstand zwischen dem Pegelwechsel des Eingangssignals  $S_{in}$  und dem Ankündigungsimpuls resultiert. Entsprechend ergibt sich eine Verzögerung  $t_{dn}$  bei einem Wechsel des Signalpegels von einem oberen Pegel auf einen unteren Pegel des Eingangssignals  $S_{in}$ , der entsprechend aus einer Verzögerungszeit zwischen dem Zeitpunkt  $t_2$ , zu dem der Pegelwechsel stattfindet, und dem Zeitpunkt des nächsten Ankündigungsimpulses und aus dem zeitlichen Abstand  $t_d$  zwischen dem Ankündigungsimpuls und dem Datensignal-Zeitfenster, zu dem die Information über den stattgefundenen Pegelwechsel übertragen wird, resultiert.

Figur 5 veranschaulicht eine Abwandlung des anhand von Figur 4 erläuterten Verfahrens zur Übertragung eines zweiwertigen Signals  $S_{in}$ . Bei diesem Verfahren werden die Ankündigungsimpulse zum Einen periodisch erzeugt, wie insbesondere anhand  
5 des ersten Zeitabschnittes, während dem das Signal einen High-Pegel annimmt, ersichtlich ist. Zudem werden die Ankündigungsimpulse ereignisgesteuert bei einem Pegelwechsel des Eingangssignals  $S_{in}$  erzeugt, um die Verzögerungsdauer zwischen dem Pegelwechsel und dem diesen Pegelwechsel repräsentierenden Impuls des Datensignals gegenüber dem Verfahren  
10 nach Figur 4 zu reduzieren. Anhand des Zeitverlaufs für das Ankündigungssignal  $S_1$  in Figur 5 wird deutlich, dass neben den periodisch wiederkehrenden Ankündigungsimpulsen weitere Ankündigungsimpulse vorhanden sind, deren Auftreten von einem  
15 Pegelwechsel des Eingangssignals  $S_{in}$  abhängig ist. Die Verzögerungszeit, die bei diesem Verfahren gemäß Figur 5 zwischen einer steigenden Flanke des Eingangssignals  $S_{in}$  und dem Senden eines diese Flanke repräsentierenden Nutzimpulses vergeht, entspricht im Wesentlichen der Zeitdauer  $t_d$ , sofern der  
20 Nutzimpuls unmittelbar zu Beginn des Datensignal-Zeitfensters übertragen wird. Die maximale Zeitverzögerung zwischen einem Pegelwechsel des Eingangssignals  $S_{in}$  und dem Ausgangssignal  $S_{out}$  beträgt  $t_{dn} = t_p + t_f$ , wobei  $t_p$  wieder die Zeitdauer zwischen dem Beginn eines Ankündigungsimpulses und eines Datensignal-Zeitfensters und  $t_f$  die Dauer des Datensignal-Zeitfensters ist. Diese Verzögerungszeit tritt bei einem  
25 Wechsel des Signalpegels des Eingangssignals von einem oberen zu einem unteren Signalpegel auf. Diese Information wird dadurch übertragen, dass während des Datensignal-Zeitfensters  
30 kein Impuls übertragen wird, so dass die Dauer dieses Zeitfensters abgewartet werden muss bis das Ausgangssignal  $S_{out}$  seinen Pegel wechselt.

Bei dem bislang erläuterten Verfahren werden Ankündigungsimpulse, die eine Datenübertragung ankündigen und Datenimpulse zur Erhöhung der Störsicherheit über physikalisch voneinander  
35 getrennte Kanäle übertragen. Ist eine Verringerung der Stör-

sicherheit akzeptabel, so ist bei einer Abwandlung des bisher erläuterten Verfahrens vorgesehen, die Ankündigungsimpulse und die Datenimpulse statt über getrennte Kanäle über nur einen gemeinsamen Kanal zu übertragen. Die Datenimpulse werden  
5 dabei jeweils innerhalb eines einem Ankündigungsimpuls zeitlich folgenden Datensignal-Zeitfenster einer vorgegebenen Länge übertragen werden, wobei wie bei dem bisher erläuterten Verfahren empfängerseitig nur solche Datenimpulse "akzeptiert" werden, die innerhalb des Datensignal-Zeitfensters  
10 nach einem Ankündigungssignal bzw. Ankündigungsimpuls übertragen werden.

Bei dieser Abwandlung des Verfahrens ist lediglich ein Übertrager erforderlich, so dass die zur Realisierung der Übertragungsstrecke und der zugehörigen Sender- und Empfänger-  
15 schaltungen erforderliche Chipfläche gegenüber dem Verfahren mit zwei Übertragungskanälen um bis zu 50% reduziert ist.

## Bezugszeichenliste

10		Sendeeinheit
20		Empfängereinheit
5	S1	Ankündigungssignal
	S2	Datensignal
	Sin	Eingangssignal
	Sout	Ausgangssignal
	td	zeitlicher Abstand zwischen einem Ankündigungs-
10		impuls und dem Datensignal-Zeitfenster
	tf	Zeitdauer des Datensignal-Zeitfensters
	TR1, TR2	Kopplungselement



## Patentansprüche

1. Digitales Signalübertragungsverfahren, das folgende Verfahrensschritte umfasst:

5

- Bereitstellen eines ersten Übertragungskanals (TR1) und eines zweiten Übertragungskanals (TR2),

10

- Übertragen eines wenigstens einen Impuls umfassenden Ankündigungssignals (S1) über den ersten Übertragungskanal (TR1),

15

- Übertragen eines Datensignals (S2) innerhalb eines Datensignal-Zeitfensters einer vorgegebenen Zeitdauer (tf) nach dem Ankündigungssignal (S1) über den zweiten Übertragungskanal (TR2).

2. Signalübertragungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem das Datensignal-Zeitfenster nach einer Zeitdauer, die größer als Null (td) ist nach dem Ankündigungssignal beginnt.

20

3. Signalübertragungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der erste Übertragungskanal ein erstes magnetisches Kopplungselement (TR1) umfasst und/oder der zweite Übertragungskanal (TR2) ein zweites magnetisches Kopplungselement umfasst.

25

4. Signalübertragungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem ein weiterer Übertragungskanal zur Verfügung (TR3) steht, über den Steuerinformationen übertragen werden.

30

5. Signalübertragungsverfahren nach Anspruch 4, bei dem die Steuerinformationen ein Paritätsprüfsignal und/oder ein Übertragungs- Stoppsignal umfassen.

35

6. Signalübertragungsverfahren, nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Datensignal innerhalb des Datensignal-Zeitfensters kodiert übertragen wird.

5 7. Signalübertragungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem zur Übertragung eines ersten oder zweiten Signalpegel aufweisenden Signals (Sin), Ankündigungssignale (S1) in regelmäßigen Zeitabständen übertragen werden, wobei während der den Ankündigungssignalen (S1) folgenden Datensignal-Zeitfenstern jeweils Impulsfolgen übertragen werden, die den ersten oder zweiten Signalpegel repräsentieren.

8. Signalübertragungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem zur Übertragung eines ersten oder zweiten Signalpegel aufweisenden Signals (Sin), Ankündigungssignale (S1) bei jedem Pegelwechsel des Signals (Sin) übertragen werden, wobei während der den Ankündigungssignalen (S1) folgenden Datensignal-Zeitfenstern jeweils Impulsfolgen übertragen werden, die den ersten oder zweiten Signalpegel repräsentieren.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem außerdem Ankündigungssignale (S1) in regelmäßigen Zeitabständen übertragen werden, wobei während der den Ankündigungssignalen (S1) folgenden Datensignal-Zeitfenstern jeweils Impulsfolgen übertragen werden, die den ersten oder zweiten Signalpegel repräsentieren.

10. Digitales Signalübertragungsverfahren, das folgende Verfahrensschritte umfasst:

- Bereitstellen eines Übertragungskanals,
- Übertragen eines wenigstens einen Impuls umfassenden Ankündigungssignals über den Übertragungskanal,

- Übertragen eines Datensignals innerhalb eines Datensignal-Zeitfensters einer vorgegebenen Zeitdauer nach dem Ankündigungssignal über den Übertragungskanal.

## Zusammenfassung

### Digitales Signalübertragungsverfahren über zwei Kanäle

5 Die Erfindung betrifft ein digitales Signalübertragungsverfahren, das folgende Verfahrensschritte umfasst:

- Bereitstellen eines ersten Übertragungskanals (TR1) und eines zweiten Übertragungskanals (TR2),

10

- Übertragen eines wenigstens einen Impuls umfassenden Ankündigungssignals (S1) über den ersten Übertragungskanal (TR1),

15

- Übertragen eines Datensignals (S2) innerhalb eines Datensignal-Zeitfensters einer vorgegebenen Zeitdauer ( $t_f$ ) nach dem Ankündigungssignals (S1) über den zweiten Übertragungskanal (TR2).

Figur 1

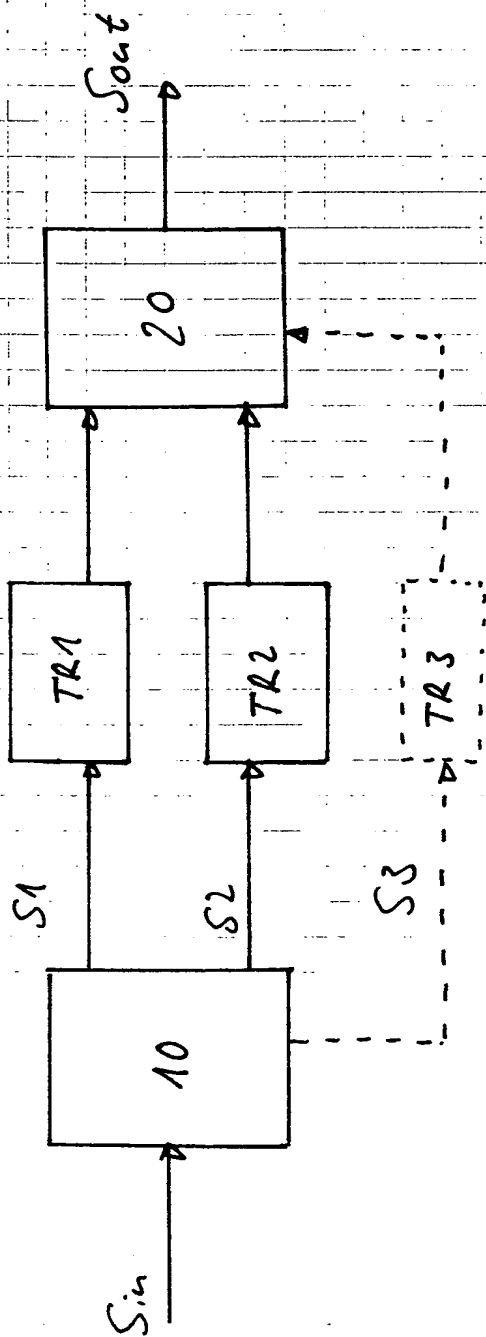


FIG. 1

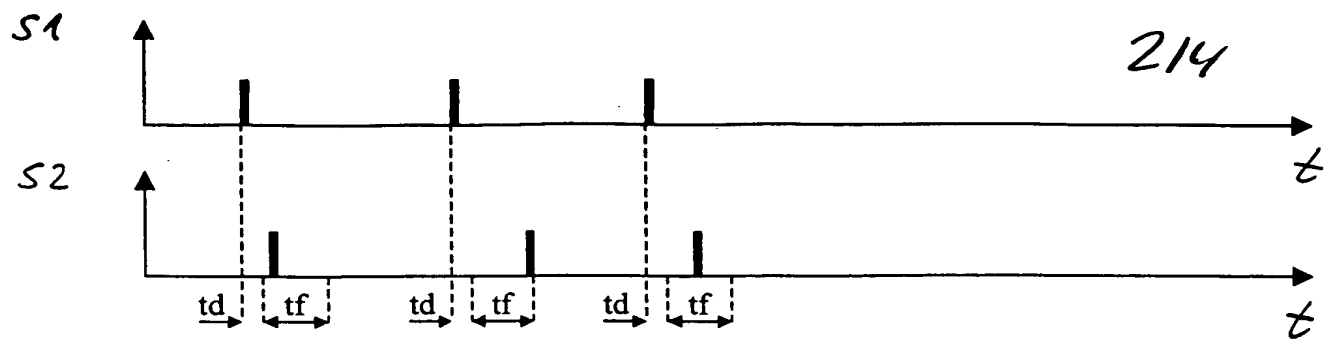


FIG. 2

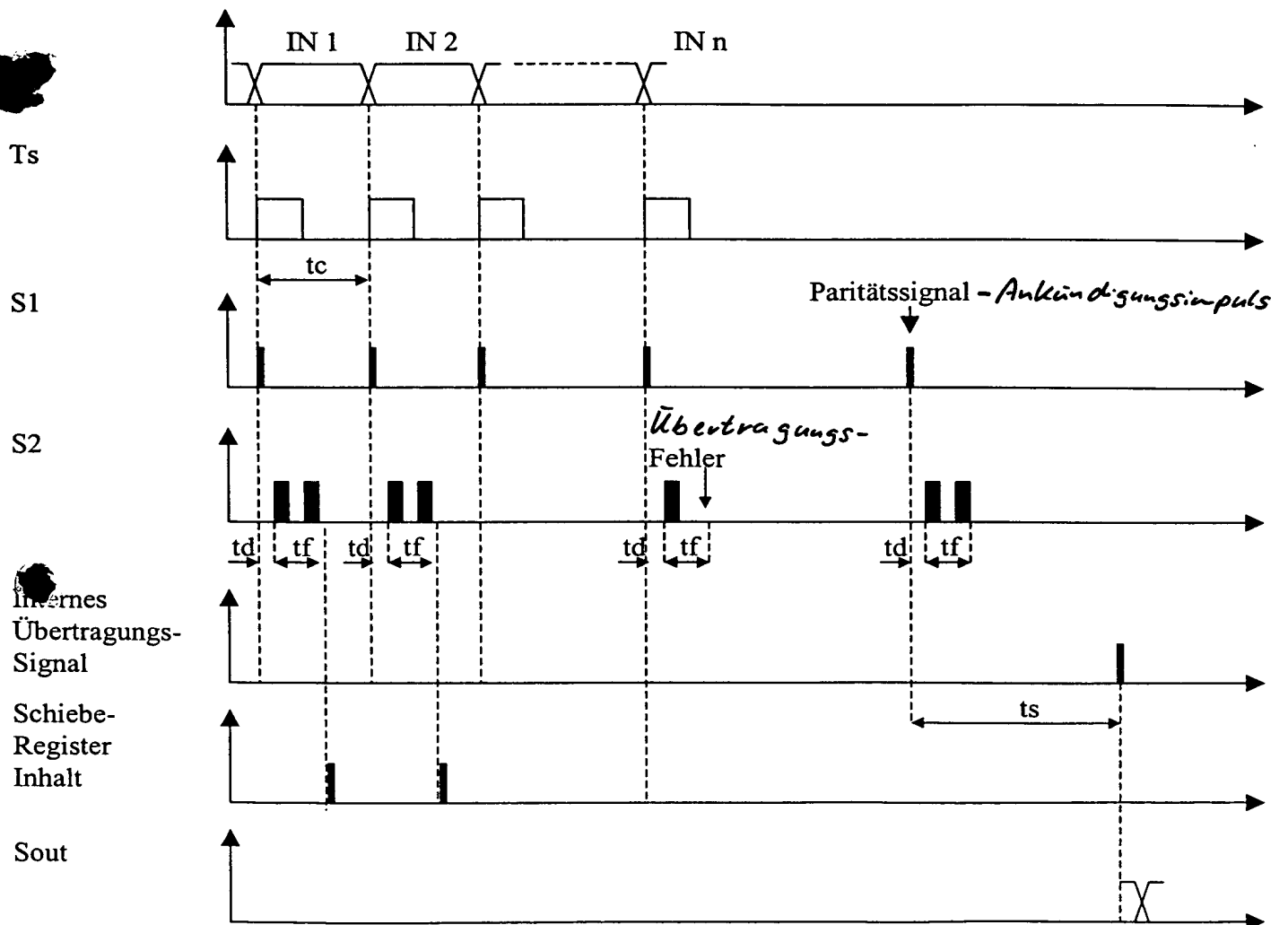


FIG. 3a

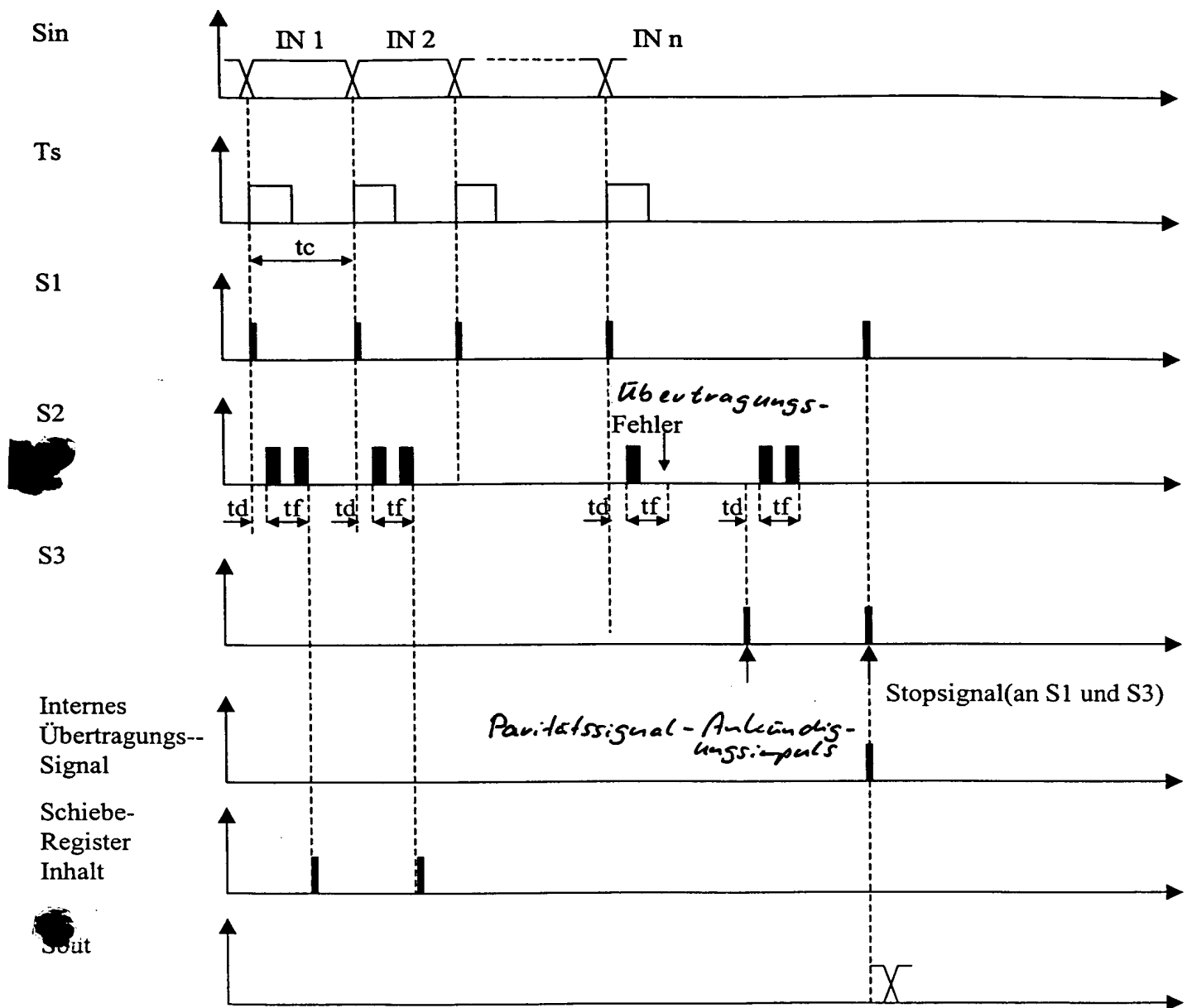


FIG. 36,

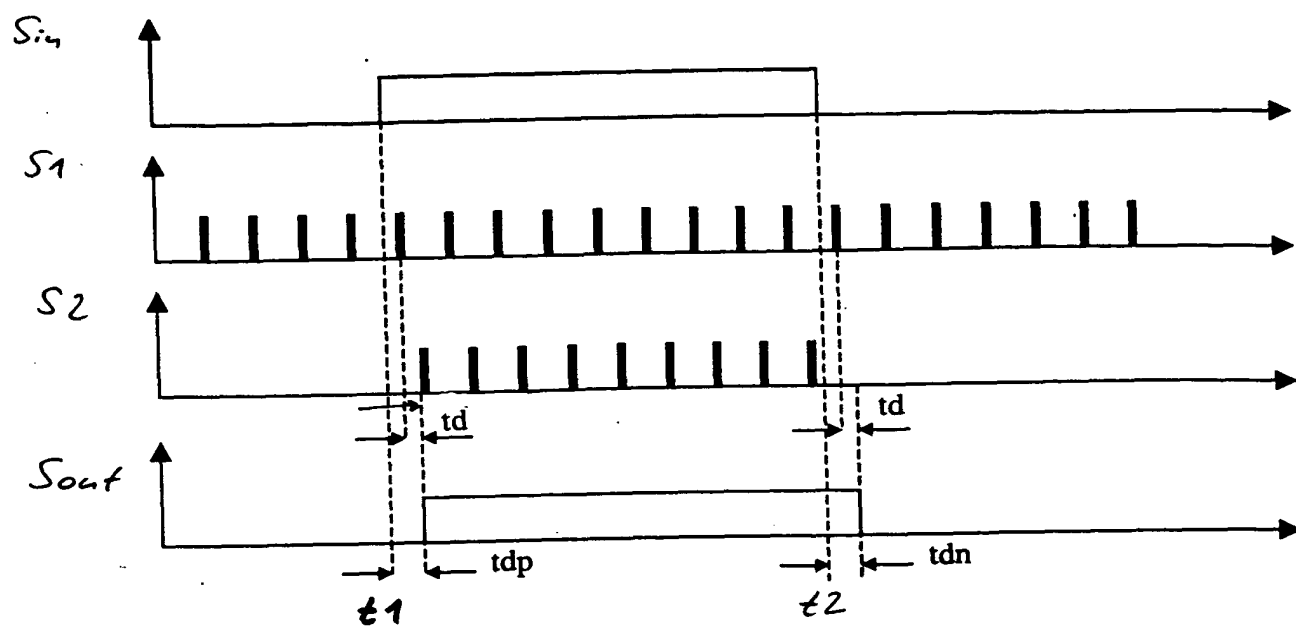


Fig. 4

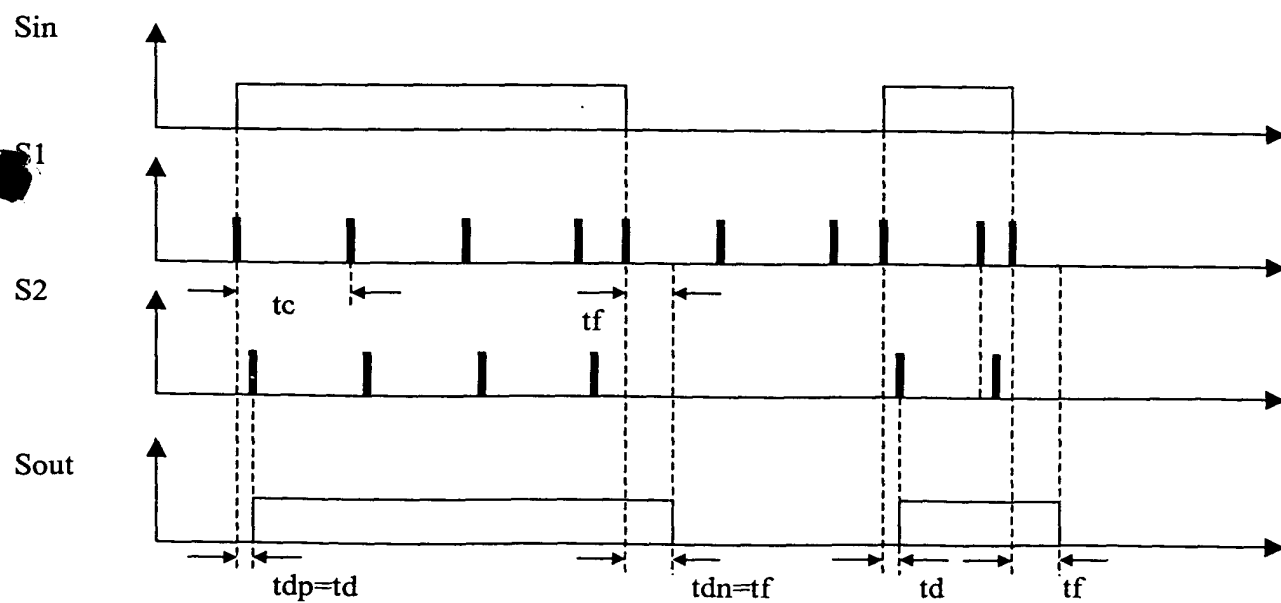


Fig. 5